

Joni Sundberg

SELVITYS PURKUPUKIN MODERNISOINNISTA SEKÄ
KELOJEN SIIRTORATKAISUISTA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

SELVITYS PURKUPUKIN MODERNISOINNISTA SEKÄ KELOJEN SIIRTORATKAISUISTA

Sundberg, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2018
Ohjaaja: Teinilä Teuvo
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 0

Asiasanat: konseptisuunnittelu, esittely, purkamislaitteet, kelat

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Luvata Pori Oy. Työn tarkoituksena oli selvittää asiakkaalle ratkaisumalleja vetokoneen purkupukin modernisoinniksi. Tarkoituksena oli myös selvittää kelojen siirtoratkaisuja purkupukille. Purkupukin tarkoitus on toimia osana vetoprosessia päästäen teräskelan pyörimään vedon aikana.

Toimeksiantajan lähtökohtana opinnäytetyölle oli löytää ratkaisuja, joilla päästään eroon nostoliinoilla tapahtuvasta teräskelojen siirrosta ja asetuksesta purkupukille, koska ne aiheuttavat laatuvariaatioita tuotteissa sekä riskejä työturvallisuudessa.

Tässä työssä käsiteltiin vaatimuksia modernisoidulle purkupukille, jotka muodostuivat yritysvierailuiden perusteella ja näiden pohjalta suunniteltiin ratkaisumalleja korvaamaan kohteen nykyinen purkupukki. Tämän lisäksi esiteltiin lineaariliikkeen teoriaa ja toteutustapoja, joita voitaisiin soveltaa modernisoidussa purkupukissa. Työn lopussa arvioitiin annettujen ratkaisuehdotusten toiminnallisuutta, turvallisuutta ja kustannuksia.

SURVEY FROM MODERNIZATION OF REEL TAKE-UP AND REEL TRANSFER SOLUTIONS

Sundberg, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical and production engineering

May 2018

Supervisor: Teinilä Teuvo

Number of pages: 30

Appendices: 0

Keywords: concept design, presentation, pay-off machinery, reels

This assignment was commissioned by Luvata Pori Oy. The purpose of this thesis was to find different solutions for the client to modernize old reel take-up. The purpose was also to find different solutions to move reels to reel take-up. Reel take-up is part of copper drawing process by letting reel roll during the drawing.

The client's wish was to find solutions to get rid off phases where the reels are moved and placed to the reel take-up by lifting sling. This reel lifting phase causes variation in quality of products and risks at safety at work.

In this assignment there were handled demands both for the modernized reel take-up and reel transfer solutions which was based on corporate visits. Based on these demands there was planned different solutions to replace present reel take-up. In this assignment was also introduced linear motion's theory and different methods to create it. At the end, off this thesis there were evaluated and compared these different solutions by their functionality, safety and costs.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAUSTAA	7
2.1	Luvata Pori Oy.....	7
2.2	Työn raja.....	7
2.3	Lähtökohdat	8
2.4	Ongelmat.....	9
3	PURKUPUKKI OSANA VETOPROSESSIA.....	9
3.1	Vetoprosessi.....	9
3.2	Purkupukin toimintaperiaate.....	10
4	VAATIMUSTEN KARTOITUS	11
4.1	Vaatimuslista.....	11
4.2	Ympäristö.....	12
5	LINEAARILIIKE.....	14
5.1	Lineaaritoimilaite.....	14
5.2	Toteutustavat.....	14
5.3	Mekaaniset ja sähkömekaaniset toimilaitteet.....	15
5.3.1	Hammashihna	15
5.3.2	Johdinruuvi	15
5.3.3	Kuularuuvi	16
5.4	Hydrauliikka	17
6	SUUNNITTELU	19
6.1	Purkupukit.....	19
6.1.1	Puomipukki	20
6.1.2	Pylväspukki	21
6.1.3	Porttaalipukki	22
6.2	Kelojen siirto.....	23
6.2.1	Siirtovaunu	23
6.2.2	Hydraulinen kärry.....	24
6.2.3	Ratakuljetin	25
6.2.4	Kelojen siirto- ja nostoapuvälineet.....	26
7	EHDOTUKSET.....	28
7.1	Ratkaisuehdotus 1	28
7.2	Ratkaisuehdotus 2	30
7.3	Ratkaisuehdotus 3	32
8	LOPPUPÄÄTELMÄT	34

8.1	Yhteenveto	34
8.2	Pohdinta	35
8.3	Kiitokset	35
LÄHTEET		36

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää toimeksiantajalle muutamia erilaisia mahdollisia modernisoituja ratkaisuja mekaanisen purkupukin korvaamiseksi. Työn toimeksiantajan toimii Luvata Pori Oy. Toimeksiantaja haluaa päästä eroon työvaiheesta, jossa purkupukille tuotavat teräskelat joudutaan nostamaan hallinosturilla nostoliinon avulla paikalleen purkupukkiin. Kelan nostovaihe purkupukille nostoliinon avulla aiheuttaa riskejä työturvallisuuteen, sekä vaikuttaa myös tuotteen laatuvahteluun liinoista irtoavan hiekan ja roskan vuoksi.

Opinnäytetyön lähtökohtana on selvittää modernisoidun purkupukin kehitykselle vaaditut ominaisuudet sekä sitä ympäröivän tilan vaatimukset. Selvitettyjen vaatimusten avulla ideoidaan ja kehitetään vaihtoehtoisia ratkaisumalleja korvaamaan nykyisen purkupukin käyttö. Lisäksi työssä selvitetään ja ideoidaan eri menetelmiä teräskelan siirtämiseksi purkupukille ja mahdollisia lisäominaisuuksia helpottamaan työntekijöiden työskentelyä.

Työn tavoitteena on esittää toimeksiantajalle selvitettyjen sekä ideoitujen malliratkaisujen toimintaperiaatteita, etuja ja haittoja. Tavoitteena on myös arvioida niiden soveltuvuutta kohteeseen turvallisuuden, toiminnallisuuden ja karkeiden kustannusarvioiden kautta.

2 TAUSTAA

2.1 Luvata Pori Oy

Luvata Pori Oy on nykyään osa maailmanlaajuista, usealla sektorilla toimivaa Mitsubishi materials konsernia. Luvata Pori Oy:n erikoistuotedivisioonaa myytiin japanialaiselle Mitsubishille vuonna 2017, edellisen omistajan pääomasijoitusyhtiö Nordic Capitalin toimesta.

Nykyään osaksi Mitsubishi Materials Corporation konsernia kuuluva Luvata Special Products toimii seitsemässä eri maassa sekä työllistää 1300 ihmistä. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Porissa, vanhan Outokummun kupariteollisuus alueella. Luvata Pori Oy on osa myytyä erikoistuotedivisioonaa ja yksi suurimpia Porin alueen työllistäjiä, jonka palveluksissa työskentelee noin 350 henkilöä. Luvatan erikoistuotteiden liikevaihto 533 miljoonaa euroa, josta Porin osuus on 193 miljoonan euron luokkaa. (Luvatan www-sivut 2018.)

Luvata Pori Oy:n tuotantolaitoksessa valmistetaan erikoistuotteita kuparista ja tehdään keskitetysti yrityksen tuotekehitystä. Valmistettavaan tuotevalikoimaan Porin tuotantolaitoksessa kuuluvat hitsauselektrodituotteet, anodit, suprajohteet, virtakiskot sekä aurinkopaneelien virrankeräysnauhat. (Luvatan www-sivut 2018.)

2.2 Työn rajaus

Työympäristö sijoittuu Luvata Pori Oy:n vetämön tuotantotiloihin, jossa valmistetaan erityyppisiä tuotteita; tankoja, profiileja, nauhoja ja putkia. Vetämössä tuotteille suoritetaan usein kuparin kylmämuokausprosessi, jossa vetopenkeillä tuote vedetään haluttuun loppumittaan.

Opinnäytetyössä keskitytään vetopenkillä sijaitsevan purkupukin ja ympäristön tutkimiseen uusien ratkaisumallien kehittämiseksi. Tavoitteena on selvittää ja kehittää kon-

septiratkaisuja kohteeseen, joilla saadaan siirrettyä ja nostettua kelat vetokoneen purkupukille. Työssä tutustutaan eri ratkaisuihin toteuttaa lineaariliikettä sekä niiden etuihin että ongelmiin.

2.3 Lähtökohdat

Vetokoneella on työtä aloitettaessa täysin mekaaninen purkupukki kaikilta sen ominaisuuksiltaan. Kelan siirto ja nosto purkupukille tapahtuu siltanosturilla, jossa nostoapuvälineenä käytetään nostoliinaa ja se sidotaan hirttosolmuna kelan keskipuolaan nähdessä kuvan 1 mukaisesti. Kelan kiristys purkupukkiin tehdään käsikiristyksellä kelan keskiöihin, sen roikkuessa liinan varassa siltanosturissa. Pukilla käytetään keloja, joissa pienimmän kelan maksimi kokonaispaino on noin 2000 kg ja suurimman kelan maksimipaino on 5000 kg:n luokkaa, jotka ovat halkaisijaltaan 1000 mm ja 1250 mm.



Kuva 1. Vetokone operaattori asettamassa kela purkupukille
(Glad 2017. www.satakunnakansa.fi)

2.4 Ongelmat

Ongelmat nykyisen purkupukin kanssa kyseisellä vetokoneella liittyvät lähinnä kelojen siirtoon sekä asetukseen purkupukille. Nostot aiemmin mainitulla tavalla aiheuttavat laatuvaihteluja tuotteen pinnassa, liinoista irtoavan hiekan ja roskan vuoksi. Tästä johtuen usein päällimmäinen kerros kelan kuparista joudutaan romuttamaan. Laatu- vaihtelut lisäävät kustannuksia tuotteiden ylimääräisen laadunvalvonnan ja romuttamisen takia. Ylimääräisten kuparituotteiden romuttaminen maksaa yritykselle, koska tuotannon vetovaiheessa oleva kupari on lähellä lopputuotetta ja näin ollen käynyt jo läpi useamman tuotantovaiheen.

Vetokone operaattorien työturvallisuuteen aiheutuu riskitekijöitä liinoilla tehtävien nostojen takia. Nostoja kelojen asettamiseksi pukkiin tehdään säännöllisesti ja tämä aiheuttaa riskejä, koska operaattori joutuu käsin ohjaamaan kelan oikeaan asentoon, keskiöt pukin kiristyspisteiden mukaisesti.

Yhtiössä korostetaan päivittäisessä työssä työturvallisuutta, laatua sekä toimintavarmuutta, joten nykyisen purkupukin aiheuttamat ongelmat ovat erityisen tärkeitä kehittämisen kohteita. Työssä pyritään löytämään ratkaisuja näiden ongelmien parantamiseksi.

3 PURKUPUKKI OSANA VETOPROSESSIA

3.1 Vetoprosessi

Vetoprosessissa vedetään kuparipuristeita, jotka tehdään prosessissa, jossa valulangasta puristetaan kuparia matriisin läpi, joka lopuksi vinssataan kelalle. Puristeet tuodaan keloissa puristimilta vetokoneelle, jossa tuote vedetään kelalta halutun mittaisiksi tangoiksi.

Vetämisen tarkoituksena on kylmämuokata kuparia eli prosessi tapahtuu rekristallisaa-
tiolämpötilaa alemmassa lämpötilassa. (Lepola & Makkonen 2009, 290.) Vetämisen
seurauksena kuparituotteen kovuus ja murtolujuus kasvaa sekä raerakennne hienonee.



Kuva 2. Kuparipuriste kelalla

3.2 Purkupukin toimintaperiaate

Purkupukki toimii osana vetoprosessia päästäen pyörimään siihen asetetun kelan, josta
siinä olevaa kuparipuristetta vedetään vetokoneella haluttuihin mittoihin. Kela kiriste-
tään laakeroituihin päihin, jossa se pääsee pyörimään. Samaan aikaan, kun purkupukin
tehtävänä on päästää kela pyörimään, sen on myös jarrutettava kelan vapaata pyöri-
mistä. Kelan pyörimisnopeutta säädetään jarrulla vedettävien tuotteiden mukaan. Tär-
keintä jarrun säätämisessä on, että kela saadaan pyörimään mahdollisimman tasaisesti,
jotta puristeen veto onnistuu tuotteelle määritetyillä arvoilla.



Kuva 3. Nykyinen purkupukki

4 VAATIMUSTEN KARTOITUS

Vaatimustenkartoitus tapahtui ensimmäisellä yritysvierailulla, jossa haastateltiin veto-kone operaattoreita sekä muuta henkilökuntaa. Haastatteluiden perusteella muodostui vaatimuslista ominaisuuksista, joita modernisoitu purkupukki malli sisältäisi. Lisäksi kartoitettiin karkeasti tilaa ympäristössä ja sen asettamia vaatimuksia.

4.1 Vaatimuslista

Vaatimuslistassa käsitellään kaikki päävaatimukset, jotka ovat toivottuja tai toteutettavia ratkaisumalleissa. Listassa käsitellään myös haastattelujen perusteella muodos-

tuneita ehdotuksia vaatimusten toteutukselle. Täytettäviä vaatimuksia kutsutaan kiinteiksi vaatimuksiksi (KV) ja muita vaatimuksia, jotka eivät ole pakollisia kutsutaan toiveiksi (T). Vaatimuslista kattaa kokonaisratkaisun, joka sisältää purkupukin ja kelan siirto menetelmän pukille.

	Vaatus	Ehdotukset toteutukselle
Siirto purkupukille	KV	
Nosto purkupukille	KV	Hydraulinen/Mekaaninen
Säädettävä jarru	KV	Mekaaninen
Kelan kiristys	KV	Hydraulinen/Mekaaninen
Tyhjän kelan siirto	T	

Taulukko 1. Vaatimuslista

Kelojen nostamista ja kiristystä varten muodostui selvä kuva erilaisista toteutusmahdollisuuksista purkupukin suhteen. Lähtökohdaksi tuli hakea malli, jolla voidaan toteuttaa kelan kiristys ja mahdollisesti sivuttaisliikkeen säätö eri kelakoot huomioiden sekä nosto-ominaisuus, jolla saadaan kela nostettua ilmaan pyörimistä varten. Nosto sekä kiristys tapahtuisi modernisoidussa purkupukissa lineaarisen-toimilaitteen avulla.

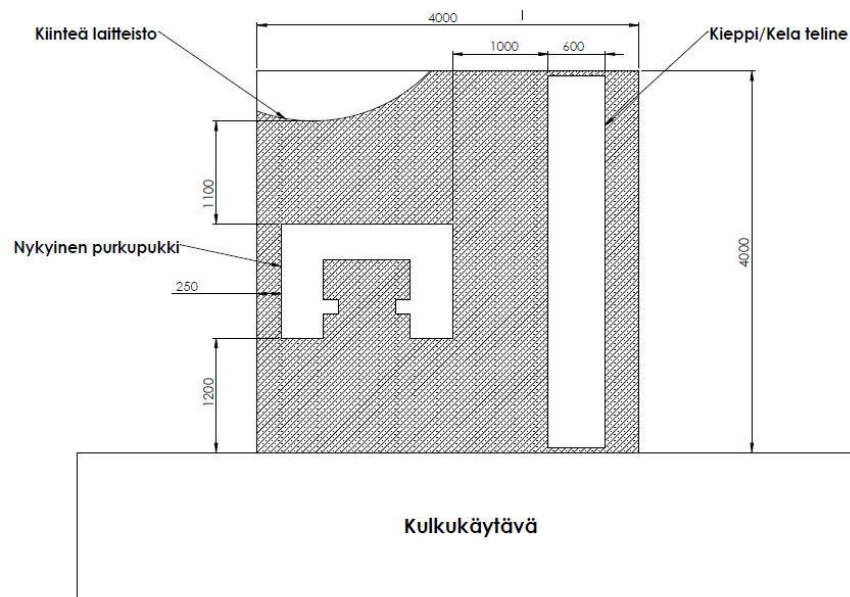
Vetokone operaattorien toiveesta, modernisoituun malliin tulisi saada mekaaninen levyjarru, jonka jarrutusvoimaa voidaan käsin säätää ruuvilla, joka on todettu olevan yksinkertaisin sekä toimivin ratkaisu vetoprosessissa ja sen parissa työskentelyssä. Näitä toteutuksia pohdittiin yhdessä henkilökunnan kanssa yritysvierailulla.

Kelojen siirrosta purkupukille jäi vielä epäselvä kuva yritysvierailun jälkeen. Selviksi kohdiksi siirtoa ja sen vaatimuksia ajatellen, kuitenkin muodostui, että kelojen liina nostoista on päästävä eroon ja mahdollisia nostoja varten täytyy olla tulevaisuudessa asianmukaiset nostoapuvälineet.

4.2 Ympäristö

Purkupukin alueella ympäröivä tila on melko rajallinen, joka tulee huomata suunnitteluvaiheessa. Ympäröivä alue (kuva 4), jolle modernisoitu purkupukki voidaan toteut-

taa, on pinta-alaltaan noin 10 - 12 m² suuruinen tila, riippuen tilan käytöstä ja komponenttien sijoittelusta. Tämä aiheuttaa haasteita erityisesti kelan kiinteiden siirto ratkaisujen suunnittelussa. Tila kulkuväylän ja purkupukin välissä, joka jää kelan siirtoa varten on melko ahdas ja tämä karsii suunnittelussa kookkaat siirtoratkaisut pois vaihtoehtoista. Kuvassa 4 näkyy nykyisen purkupukin ympäristön karkea pohjapiirustus. Pohjapiirustuksesta ilmenee käytettävän tilan alue ja siinä olevien rajojen välimatkat. Mitat ovat millimetreinä. Haastattelujen perusteella kävi ilmi, että myös ympäristössä voidaan tehdä muutoksia suurempien laitteistojen tieltä. Esimerkiksi kieppi ja kela telineen tarpeellisuutta on hyvä pohtia, jos päädytään suurempiin purkupukki ratkaisuihin.



Kuva 4. Karkea pohjapiirustus kohdealueesta.

5 LINEAARILIIKE

Lineaariliikkeellä tarkoitetaan suoraviivaista etenevää liikettä. Suoraviivaisessa liikkeessä kappaleen liikerata on täysin suora eli se etenee lineaarisesti. Lineaariliike pohjautuu fysiikanopin suureisiin: nopeus, kiihtyvyys, liikemäärä, voima ja massa. Newtonin I lain mukaan siihen ei vaikuta mitään ulkoisiavoimia, jos kappale jatkaa suoraviivaista liikettä tai pysyy paikoillaan. (Tecpen [www-sivut](#) 2018.)

5.1 Lineaaritoimilaite

Lineaaritoimilaite on laitteisto, jonka avulla tuotetaan suoraviivaistaliikettä. Lineaaritoimilaitteita on lukemattomia erilaisia, joissa kaikkien alakategorioiden tuotteet ovat erilaisia niin ulkoiselta asultaan kuin toiminnaltaankin. (Anaheim Automation [www-sivut](#) 2018.)

Tiivistetysti ilmaistuna kaikki lineaaritoimilaitteet ovat riippuvaisia epälineaarisesta eli ulkoisesta voimasta, jonka avulla mäntää liikutetaan edestakaisin. Männällä voidaan tarkoittaa eri sovellutuksia, kuten esimerkiksi kelkkaa, jota liikutetaan ketjulla tai hihnalla. Kaikkien lineaaritoimilaitteiden pääperiaate on kuitenkin tuottaa suoraviivaista liikettä, vaikka ne eroavaisivat toiminnaltaan. (Anaheim Automation [www-sivut](#) 2018.)

5.2 Toteutustavat

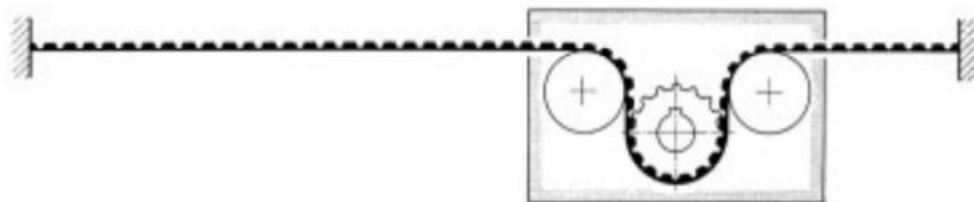
Suoraviivaistaliikettä voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Yleisimpiä toteutustapoja ovat hydrauliset, mekaaniset, pneumaattiset ja sähkömekaaniset ratkaisut, jotka toteuttavat liikettä. (Anaheim Automation [www-sivut](#) 2018.) Työssä keskitytään erityisesti käsittelemään hydraulisia sekä sähkömekaanisia ratkaisuja toteuttaa suoraviivainen liike kelan kiristämisessä sekä nostamisessa. Näiden ominaisuuksien lisäksi edellä mainittuja toteutustapoja voidaan käyttää myös työssä esiteltävissä osassa eri tyyppisissä kuljetinratkaisuissa.

5.3 Mekaaniset ja sähkömekaaniset toimilaitteet

Mekaaniset ja sähkömekaaniset lineaariliikettä tuottavat toimilaitteet perustuvat yleisesti pyörivän liikkeen muuttamiseen suoraviivaiseksi liikkeeksi. Mekaanisella ohjauksella, esimerkiksi vivulla tai moottorilla toteutettu edestakainen liike pystytään muuttamaan ruuvin tai hihnan avulla suoraviivaiseksi liikkeeksi. (Anaheim Automation www-sivut 2018.) Sähkömekaanisissa sovelluksissa käytetään usein sähkömoottoria tehon lähteenä, josta se välitetään yleensä vaihdelaatikon kautta esimerkiksi johdinruuville.

5.3.1 Hammashihna

Hammashihnan avulla voidaan muuttaa pyörimisliike nopeasti lineaariliikkeeksi. Pyörivän hammaspyörän tarkoituksena on vetää hihnaa hammastuksista ja liikuttaa kelkkaa lineaarisesti. Hammashihnaa käyttämällä päästään hyvään toistettavaan tarkkuuteen ja etuna on myös, että se ei tarvitse voitelua. Hihnoja on paljon erilaisia moneen tarkoitukseen. Hammashihnaa käytetään kolmentyyppisissä sovelluksissa. Näitä ovat lineaaripöytä, lineaarikelkka ja lineaari-juoksuvaunu. Kaikissa hammashihna sovelluksissa osia ovat hihna, hammaspyörä ja apurullat (Movetec www-sivut 2018.)

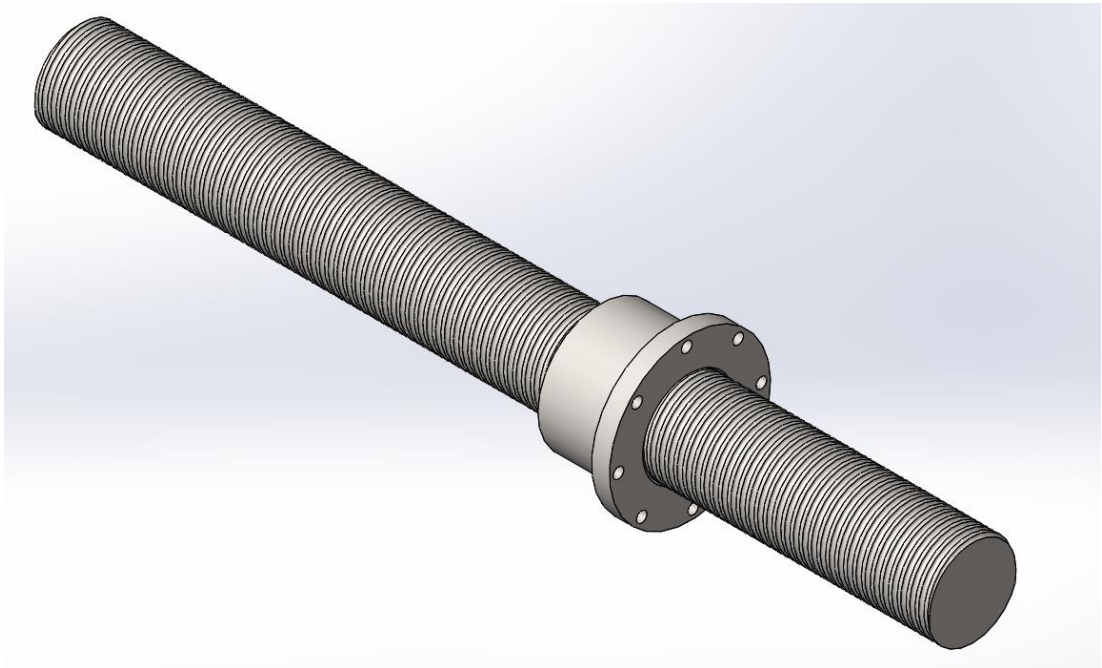


Kuva 5. Hammashihna käyttöinen lineaari-juoksuvaunu (Movetec www-sivut 2018).

5.3.2 Johdinruuvi

Johdinruuvin toiminta perustuu kierteelliseen tankoon, jonka avulla rotaatioliike muutetaan lineaariseksi. Johdinruuvi (kuva 6) on kaksiosainen ja koostuu ruuvitangosta

sekä mutterista. Johdinruuveja tehdään monilla eri kierteillä ja yksi yleisimpiä niistä on trapetsikierre. (Powerjacks [www-sivut](#). 2018).



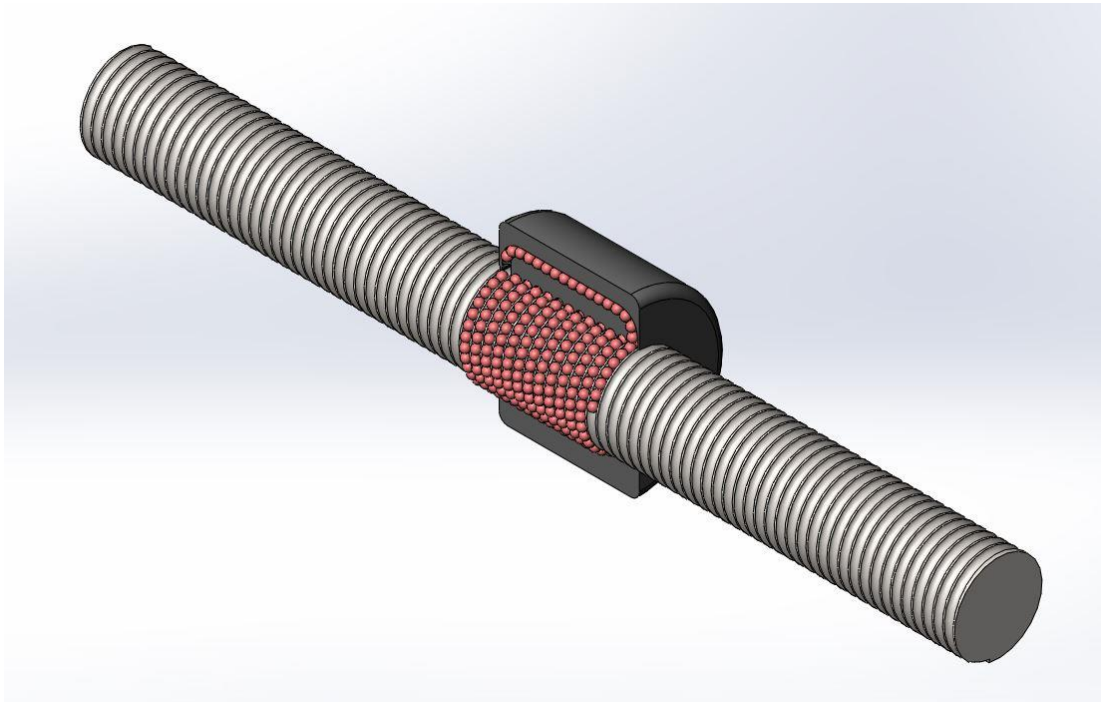
Kuva 6. Johdinruuvin 3D-piirros.

Johdinruuvit ovat erinomaisia pystysuuntaisissa nostosovelluksissa, joissa liike ei ole jatkuvaa, koska johdinruuvit ovat itsestään lukkiutuvia. Tämän myötä ne eivät tarvitse erillistä jarrutusjärjestelmää. Johdinruuvissa ruuvi ja mutteri ovat toisiinsa suorassa kontaktissa, jonka myötä syntyy liukuva pinta. Mutterin ja ruuvin toisiaan vasten liukuvat pinnat aiheuttavat suuren kitkan, joka taas johtaa siihen, että ne kuumenevat helposti. Kuumenemisen myötä johdinruuvit eivät ole erityisen hyviä sovelluksissa, joissa vaaditaan suurempia nopeuksia. Johdinruuveissa on myös heikompi kulutuskestävyys, jos sitä verrataan esimerkiksi kuularuuviin. Johdinruuvit ja niiden käyttäminen ovat yleisesti halpaa. (Helix Linearin [www-sivut](#))

5.3.3 Kuularuuvi

Kuularuuvi toimii samalla periaatteella kuin johdinruuvi, sillä se muuttaa pyörimisliikkeen suoraviivaiseksi liikkeeksi. Kuularuuvi (kuva 7) koostuu kahdesta osasta kierreteisestä tangosta ja kuulamutterista. Tangon ja mutterin välissä pyörivät kuulalätkät, josta johtuen kitkaa muodostuu huomattavasti vähemmän kuin johdinruuvissa.

Kuularuuvit eivät näin ollen kuumene niin paljon ja ovat tästä johtuen huomattavasti tehokkaampia verrattuna johdinruuveihin. (Abraham N 2016.)



Kuva 7. Kuularuuvin 3D-leikkauspiirros.

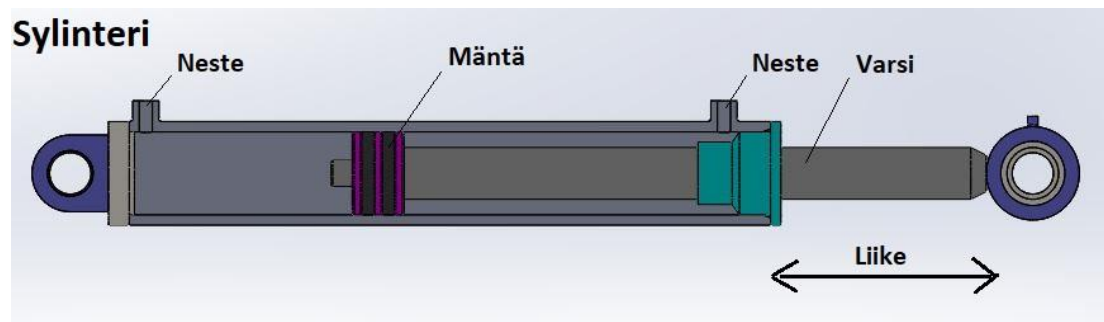
Kuularuuvin huonoja puolia ovat sen kalliimpi hinta ja jatkuva voitelun tarve koko niiden suunnitellun eliniän ajan. Toisin kuin johdinruuvi, kuularuuvi tarvitsee jarrutusjärjestelmän, jotta se pysyy paikallaan. Tämä saattaa esimerkiksi aiheuttaa ongelmia nostosovelluksissa. (Helix Linearin [www-sivut](http://www.helixlinear.com).)

5.4 Hydraulikka

Hydraulijärjestelmien tehtävänä on muuttaa niille annettava mekaaninen teho hydrauliseksi. Järjestelmä välittää sen oikeaan kohteeseen letku tai putkilinjaa pitkin ja muuttaa sen taas mekaaniseksi tehoksi kyseisen sovelluksen käyttöön, esimerkiksi sylinteriin (kuva 8), joka työntää jonkin kappaleen. Tehoa siirretään, joko hydrodynaamisesti tai hydrostaattisesti. Tehon välittävä aine on neste, jossa teho pystytään sitomaan paineena sekä tilavuusvirtana. (Kauranen, Kajaste & Vilenius 2008)

Hydraulisyylinteri on perinteinen tapa toteuttaa lineaarista liikettä ja se sopii moniin sovelluksiin. Hydrauliikan etuina on joustavuus, koska siinä voidaan voimalähde sijoittaa syrjäiseen paikkaan, jolloin saadaan tilaa itse liikkeen toiminta-alueelle. Lisäksi letkut antavat liikkumavaraa erilaisille liikeradoille. Hydrauliikka on myös erityisen hyvä ratkaisu, kun kaivataan käyttösovelluksessa huomattavia määriä tehoa. (Kelstonin [www-sivut](#).)

Hydraulisyylinterissä paineistettu ja tilavuusvirrallinen neste ohjataan järjestelmässä tiivistettyyn sylinteriin, jossa se painaa mäntää eteenpäin liikkeeseen ja saa näin sylinterin varren liikkeeseen. Sylinterin osia ovat; sylinteriputki, mäntä, suukappale, varsi ja kiinnityspisteet. Näiden lisäksi sylinterit sisältävät useampia tiivisteitä sekä kiinnitykset saattavat sisältää laakereita.



Kuva 8. Hydraulisyylinterin 3D-leikkauspiirros.

Hydrauliikan negatiivisia puolia muihin toteutustapoihin verrattuna ovat melko suuret asennus- ja ylläpitokulut sekä turvallisuus on heikompi verrattuna sähkömekaanisiin toimilaitteisiin. Esimerkiksi vuodon tai tehon puutteen ilmaantuessa täytyy hydraulijärjestelmässä olla laitteisto, jolla pysäyttää lineaarinen liike. Lisäksi nesteet on oltava kunnossa ja järjestelmälle juuri sopivat. Hydraulijärjestelmät vaativat myös useita komponentteja, joka tekee kokoonpanoista huomattavasti monimutkaisempia kuin ruuvitoimisten toimilaitteiden. (Kelstonin [www-sivut](#).)

6 SUUNNITTELU

Ideointivaiheessa haettiin malliratkaisuja internetistä olemassa olevista malleista ja toteutuksista, joita teollisuudessa on eri valmistajilla. Näiden pohjalta mallinnettiin Solidworks 3D-ohjelmistolla muutamia luonnosmalleja purkupukkien rungoista sekä mahdollisista kelojen siirtoratkaisuista. Tarkoituksena on esittää erilaisia malleja ja niiden toimintaa.

6.1 Purkupukit

Purkupukeissa tankojen ja profiilien vetämiseen esiintyy teollisuudessa yleisesti kolme erilaista päätyyppiä:

1. Puomipukki
2. Pylväspukki
3. Porttaalipukki

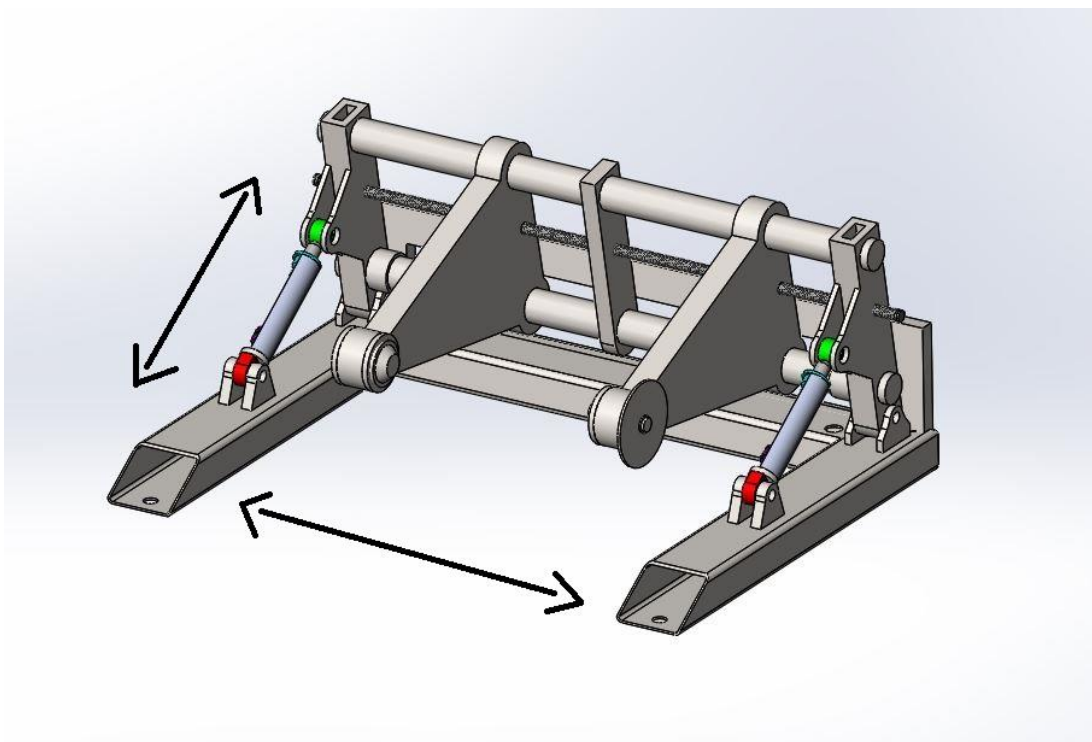
Purkupukit voivat olla hyvin erilaisia ulkomuodoltaan, mutta toimintaperiaate on kussakin mallissa sama ja niille ominainen, esimerkiksi pylväsmallisia purkupukeissa pohjarunko ja pylväät saattavat olla täysin erilaisia.

Teollisuuden erilaisissa ratkaisuissa käytetään yleisesti kelan nostossa ja kiristyksessä sekä hydrauliikalla että sähkömekaanisella ruuvilla toimivia purkupukkimalleja. Kelan kiristys purkupukkiin voi tapahtua ruuvilla tai sylinterillä kiinnityspisteiden liikkeellä sekä esimerkiksi puomien tai pylväiden sivuttaisliikkeellä. Kaikki esitettävät mallit ovat akselittomia purkupukkeja. Tämä tarkoittaa, että keloja ei lasketa pukille erillisen akselin varassa, vaan ne kiristetään pukkien omiin laakeroituihin kiristysakseleihin, jotka painetaan kelan keskiöön kiinni.

6.1.1 Puomipukki

Puomityyppisessä purkupukissa mallin runko koostuu kolmesta pääosasta: pohjasta, kääntöhaarukasta ja puomeista. Pohjarunko on kiinteä, joka tyypillisesti on tukevasti kiinnitetty lattiaan. Pohjarunko ei liiku lattiaan nähden. Kelan kiristys tapahtuu haarukassa liikkuvien puomien avulla, jotka liikkuvat vaakasuuntaisessa liikeradassa esimerkiksi sähkömekaanisten ruuvien avulla. Puomien kärkiosissa on laakeroidut kiinnityspisteet, joihin kiristettynä kela pääsee pyörimään.

Puomityyppisten purkupukkien nostomekaniikka voi erota eri valmistajilla, esimerkiksi sylinterien asennossa ja nostopisteissä on eri tyyppisiä ratkaisuja. Luonnosmallissa (kuva 9) kelan nosto voi tapahtua esimerkiksi hydraulisyliinterien avulla, jotka ovat kiinnitetty pohjarunkoon sekä kääntyvään haarukkaan. Hydraulisyliinterit työntävät haarukan ylös pohjarungossa olevaa pysäytin osaa vasten, jolloin vetoprosessissa aiheutuvat vetävät kuormitukset eivät pääse rasittamaan niin paljon sylintereitä.



Kuva 9. Puomityyppinen purkupukki 3D-luonnos ja sen liikeradat.

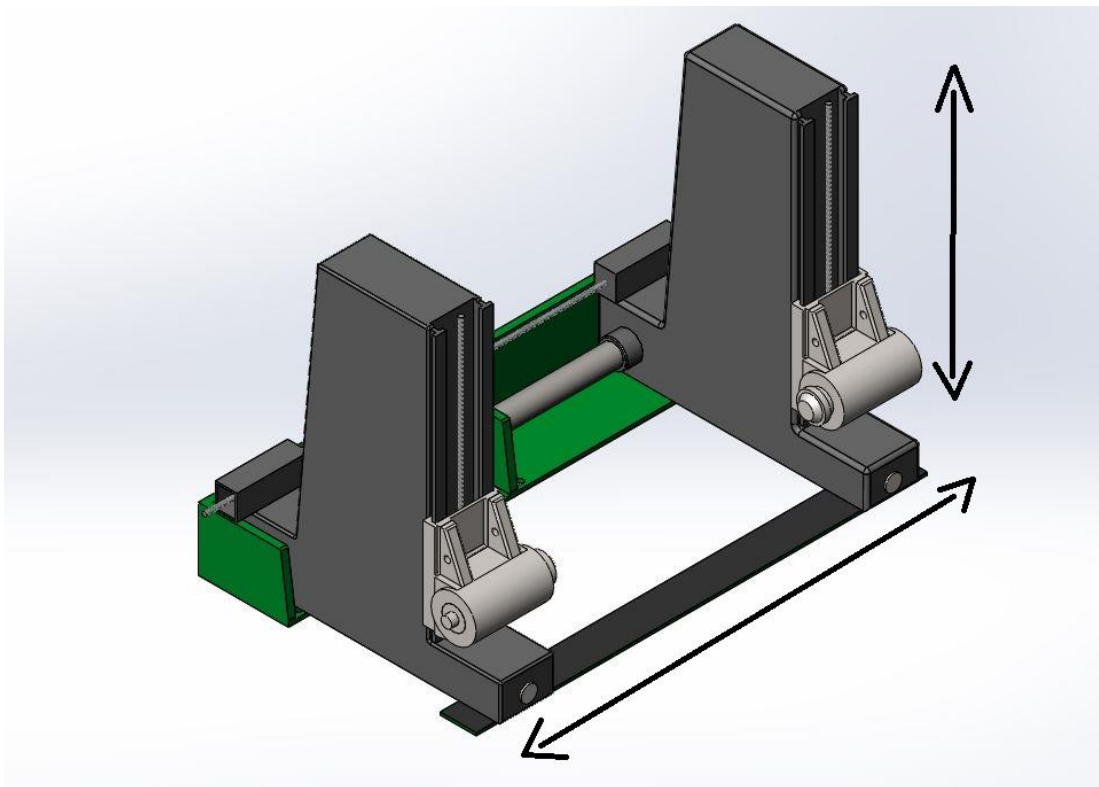
Puomityyppisessä purkupukissa yleensä esiintyy liikettä toteuttavina toimilaitteina yhdistelmänä nostoissa hydraulikkaa sekä puomien sivuttaisliikkeessä ja kiristyksessä

sähkömekaanisia ruuveja. Molempia sekä sähkömekaanisia ruuveja, että hydraulikkaa käytetään molempien ominaisuuksien toteuttamiseen puomityyppisissä purkupukeissa. (Meltechin www-sivut 2016). Puomityyppisen purkupukin keskeisempiä etuja ovat sen rungon tukevuus, joka soveltuu erinomaisesti raskaisiin sovelluksiin, jossa kohdistuu ulkoisia voimia, kuten vetoprosessissa.

6.1.2 Pylväspukki

Pylvästyypinen purkupukki koostuu yleensä pohjarungosta, pylväistä sekä kiristyskelkoista. Pohjarunko on yleisesti kiinnitetty lattiaan ja sen päällä pylväät pystyvät liikkumaan lineaarisesti vaakatasossa rungon leveyden rajoissa. Vertikaalisen liikkeen avulla pystytään lähestymään kelaä eri kohdissa ja kiristämään se pylväisiin esimerkiksi (kuva 10) luonnosmallissa esiintyvillä sähkömekaanisilla ruuveilla.

Molemmissa pylväissä on urat, joissa kelan kiristyskelkat liikkuvat horisontaalisessa suunnassa ja voivat nostaa kelan ylös. Kiristys ja nosto ominaisuudet ovat usein toteutettu kyseisessä mallissa sähkömekaanistenruuvien avulla.

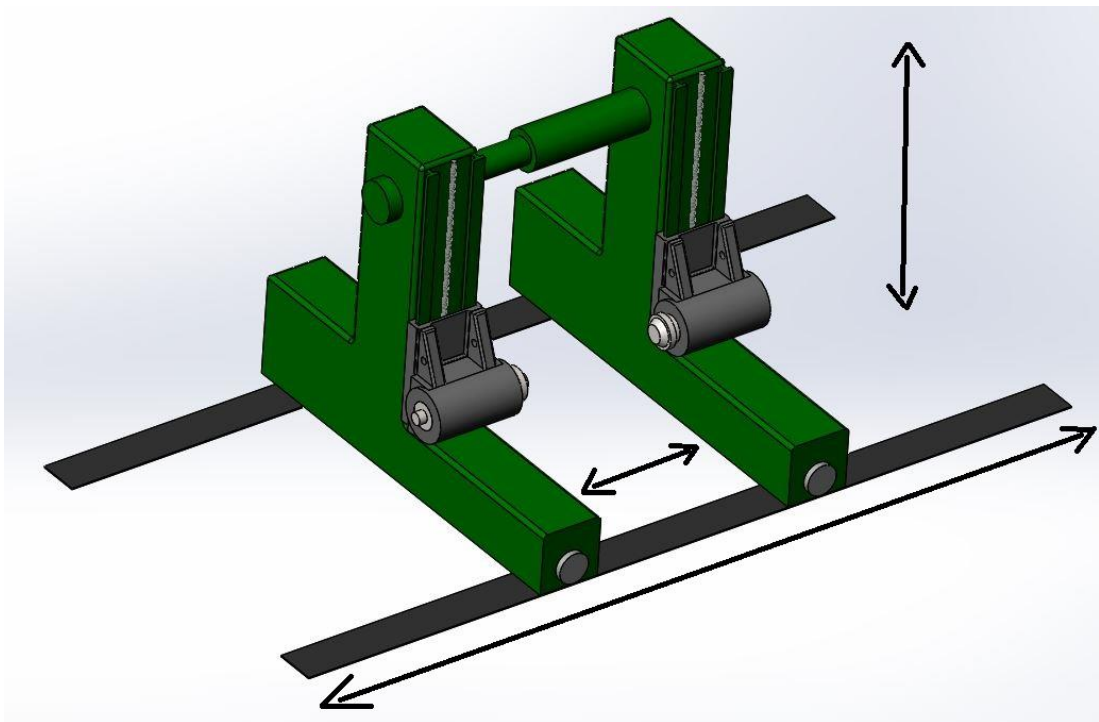


Kuva 10. Pylvästyypisen purkupukin 3D-luonnos ja sen liikeradat.

Pylvästyypin purkupukin etuna on sen liikeratojen laajuus. Pylväsmallisessa purkupukissa voidaan usein pystysuoraa liikerataa käyttää laajemmalla alueella, kuin esimerkiksi puomityyppisissä ratkaisussa. Liikkeen toteuttavat toimilaitteet koostuvat usein mekaanisista ruuveista, sähkömoottoreista ja vaihdelaatikoista. Sähkömekaaniset ruuvit soveltuvat hyvin nostoihin etenkin pylväsmalliseen purkupukkiin niiden itselukittautuvuuden vuoksi.

6.1.3 Porttaalipukki

Porttaallinen purkupukki toimii käytännössä muuten melko samoin kuin pylvästyypin purkupukki, mutta erona niiden välillä on se, että porttaalipukilla ei ole pohjarunkoa, joka rajoittaisi sen vertikaalia liikettä lattialla. Toisin sanoen, se voi liikkua lisäksi vertikaalisuunnassa lattialla kiskojen päällä. Kaikissa internetistä tutkituissa porttaalmalleissa lattialla tapahtuva liike toteutettiin sivuttaissuuntaisena kiskojen päällä. Porttaalipukilla pylväsmallin tavoin kiristetään ja nostetaan kela horisontaalisella liikkeellä.



Kuva 11. Porttaalityypin purkupukin 3D-luonnos ja sen liikeradat.

Porttaalityyppinen purkupukki vaati sivuttaisliikkeelle tilaa, joten kyseistä mallia ei käsitellä syvemmin ratkaisuvaihtoehtoisissa.

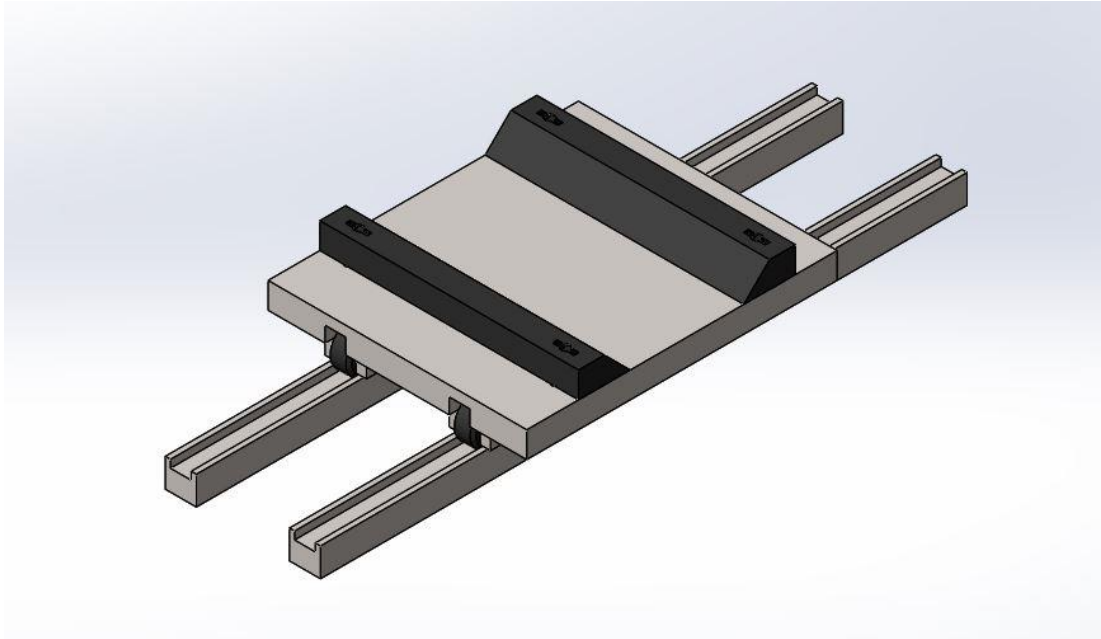
6.2 Kelojen siirto

Kelojen siirtämiseen on yleisesti teollisuudessa eri tyyppisiä ratkaisuja, mutta konkreettiseksi haasteeksi suunnittelussa kyseiseen kohteeseen tuli esille ympäröivän tilan rajallisuus. Ahdas tila purkupukin ja kulkuväylän välissä rajoittaa suurempien ja tilaa vaativien kuljetinratkaisujen käyttöä. Yleisimpiä kelojen ja lieriömallisten kappaleiden siirtoratkaisuja, joita ilmenee teollisuudessa ovat:

1. Siirtovaunu kuljetin
2. Hydraulinen kärry
3. Ratakuljetin
4. Kelojen nosto- ja siirtoapuvälineet

6.2.1 Siirtovaunu

Siirtovaunun (kuva 12) tyyppisiä ratkaisuja löytyy esimerkiksi kaapeli ja lankateollisuuden käytöstä, jossa siirretään keloja tason päällä, kiilojen pitäessä kelan paikoilleen. Suunnittelussa luonnosmallissa on tarkoituksena kuljettaa kela kohtisuorassa purkupukille, jossa se voidaan nostaa pukin toimesta ilmaan. Vaunun runko koostuu tasosta, jossa on etäisyys säädettävät kiilat eri kelakokojen mukaan.



Kuva 12. Siirtovaunun 3D-luonnos.

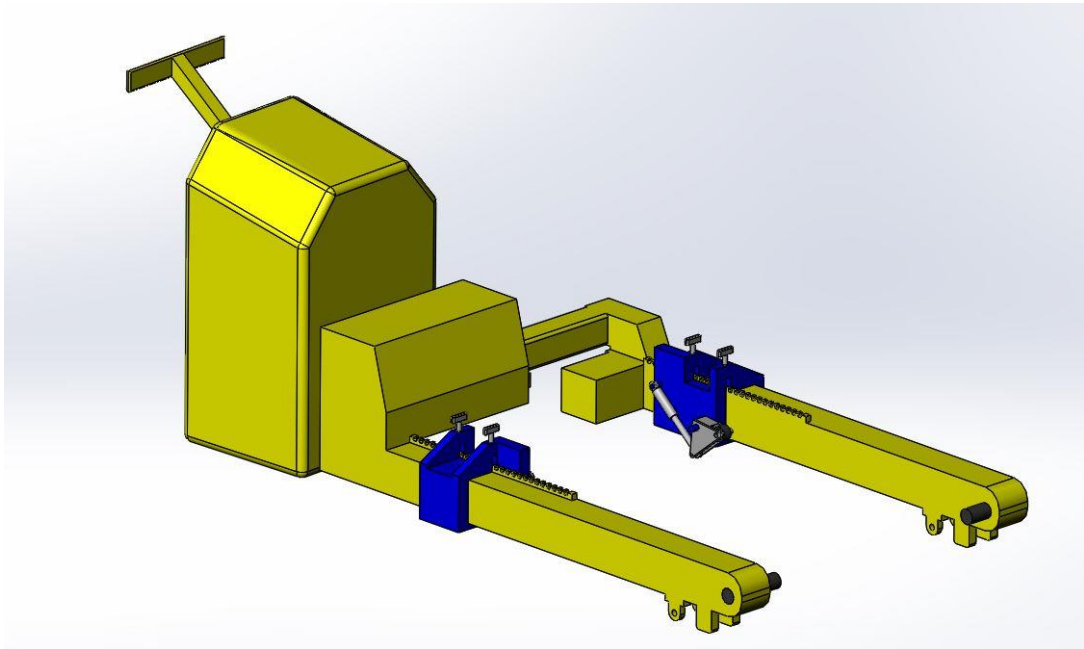
Runko liikkuu kiskojen mukaisesti lineaarisesti edestakaisin. Pöydän lineaarisen liikkeen toteuttamiseen voisi soveltaa esimerkiksi sähkömekaanista ruuvia tai hihna ja ketjuvetoisia sovelluksia. Kiskot ja pöytä voitaisiin haluttaessa upottaa lattian tasoon, jolloin tyhjän kelan poistaminen olisi helpompaa ja toimilaitteet saadaan pois lattialta viemästä tilaa. Jos siirtovaunu toteutetaan lattian päällä, täytyy huomata purkupukin suunnittelussa taas sen nostomekaniikka ja nostokorkeus. Rungon lineaarisen liikkeen lisäksi kiilojen etäisyyden säätö voitaisiin, esimerkiksi toteuttaa mekaanisesti kiinnitystapeilla tai ruuveilla sähkömekaanisesti.

6.2.2 Hydraulinen kärry

Kelojen siirtoon voidaan käyttää irrallisena laitteistona olevaa hydraulista kärryä. Kärryjä käytetään teollisuudessa varsinkin suurien ja painavien kelojen siirtoon ja käsitteilyyn. Kyseinen (kuva 13) siirtoväline perustuu MasterMover yrityksen konseptiin MasterTug, ja myös esitettävä rungon mallikuva on luonnosteltu sen pohjalta.

Hydraulisella kärryllä tarkoitetaan vaunua, johon kela voidaan nostaa hydraulinostimen avulla ja tämän jälkeen siirtää haluttuun kohteeseen. MasterMover kärrykokonaisuus koostuu kahdesta pääosasta sen vaunusta ja hinaaja osasta. Vaunuosan avulla eri ko-

koiset kelat voidaan nostaa hydraulisylinterien avulla ilmaan. Vaunun lineaariset liikeradat koostuvat sivuttaisliikkeestä, nostosta sekä kelan nostokohtien säädöistä. Hinaaja osa, jota operaattori käyttää toimii sähköllä, mutta tehon siirto tapahtuu hydraulisesti, jotta sen avulla saadaan siirrettyä raskaitakin kuormia.

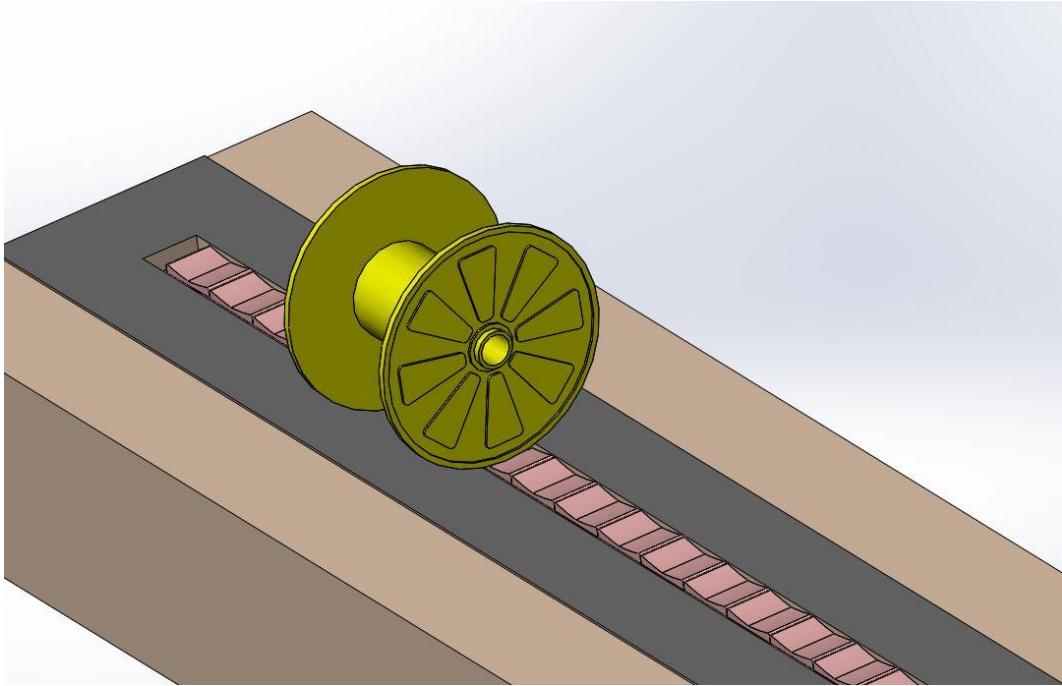


Kuva 13. Hydraulisen karrin 3D-luonnos.

6.2.3 Ratakuljetin

Ratakuljetin (kuva 14) tyyppisiä ratkaisuja käytetään lieriömäisten kappaleiden siirtoon, yleisesti pitkillä välimatkoilla. Raskaissa sovelluksissa on usein hihnojen tilalla ketjuvetoinen kuljetin, jossa on hieman kaarevat teräslevyt ohjaamassa kelan muotojen mukaan. Ratakuljettimet ovat usein myös lattiaan upotettuja järjestelmiä. Kuljettimen lineaarinen liike perustuu usein sähkömekaaniseen lineaarikelkan sovellukseen.

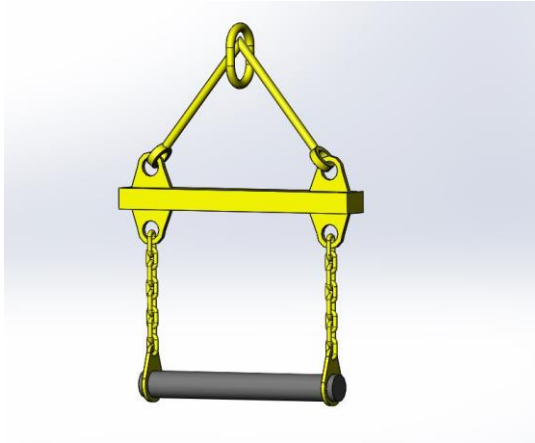
Ratakuljettimessa kelat siirretään poikittaisessa asennossa kohteeseen ja siirrossa purkupukille kela täytyisi vielä saada käännettyä jollain sovelluksella, kuten kääntöpöydällä. Tämän takia kyseinen sovellus ei ole varteen otettava vaihtoehto jatkoselvitysten kannalta kyseiseen kohteeseen.



Kuva 14. Ratakuljettimen 3D-luonnos.

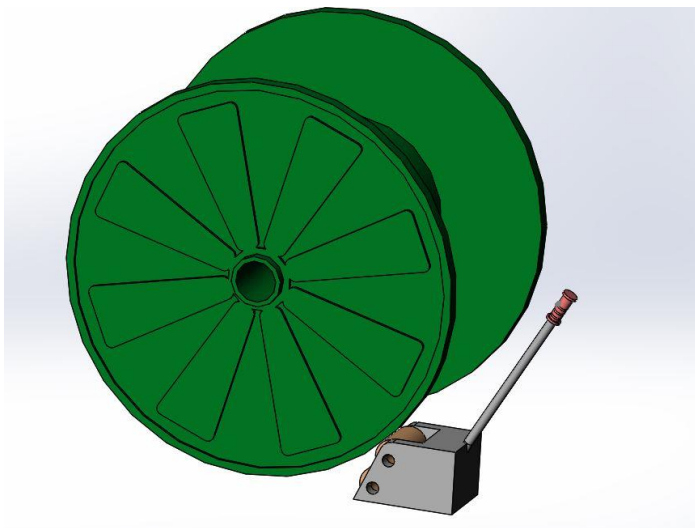
6.2.4 Kelojen siirto- ja nostoapuvälineet

Kelojen nostamisessa tulee huomioida aina turvallisuus. Oikein suoritettu nosto on tehtävä nostoapuvälineen avulla. Kelojen ja rullien nostamiseen on erilaisia apuvälineitä markkinoilla, kuten tarraimia, koukkuja ja akseleita. Etenkin raskaiden kelojen nostamiseen tulisi käyttää kappaleen massakeskipisteestä tapahtuvaa nostoa, jotta kela ei pääse kallistumaan sekä kelan runko ei vahingoittuisi. Raskaiden kelojen nostamiseen akseli on hyvä väline. Akseli yhdistettynä sopivan leveään nostopuomiin tekee nostosta tasapainoisen eivätkä ketjut tai vaijerit pääse hankaamaan kelan reunoja vasten.



Kuva 15. Nostopuomin ja akselin 3D-luonnos.

Kelojen siirtämiseen on käytetty apuvälineenä kaapeli- ja lankateollisuudessa niin sanottuja voimatyöntimiä. Työntimet ovat pienikokoisia rullallisia laitteita, joissa operaattori ohjaa varren kanssa laitteen kelan laipan juureen ja työntää sitä lattialla eteenpäin. Työntimillä voidaan usein sekä työntää että vetää keloja kääntyvän kahvan ansiosta. Luonnosmallin laite on PowerHandling -yrityksen patentoima PowerRoller (kuva 16) vaihdelaatikollinen työnin, jolla saada suuria määriä vääntöä aikaiseksi. Laitteen vääntövoiman ansiosta, sillä voidaan parhaimmillaan työntää 40000 kg:n keloja. Kaapeliteollisuuteen on saatavilla sekä paineilmakäyttöisiä että akkukäyttöisiä työntimiä. (Powerhandling [www-sivut](http://www.powerhandling.fi) 2017.)



Kuva 16. Voimatyöntimen 3D-luonnos.

7 EHDOTUKSET

Arvioitavat ratkaisumallit koostuvat kelan siirto ratkaisun ja purkupukin kokonaisuudesta. Ratkaisumalleissa käytetään edellä esiteltyjä ja suunniteltuja laitteistoja, joita arvioidaan ja vertaillaan niiden toiminnallisuuden, turvallisuuden ja karkeiden kustannus arvioiden perusteella. Purkupukit sisältävät vaatimuslistan (taulukko 1) mukaiset ominaisuudet.

Ratkaisuehdotuksista muodostui niitä vertaileva taulukko, jossa ne ovat pisteytetty arviointien mukaan 1-3 asteikolla, kun 1 on heikoin ja 3 on paras. Arvioinnit käsittävät toiminnallisuuden, turvallisuuden ja kustannukset.

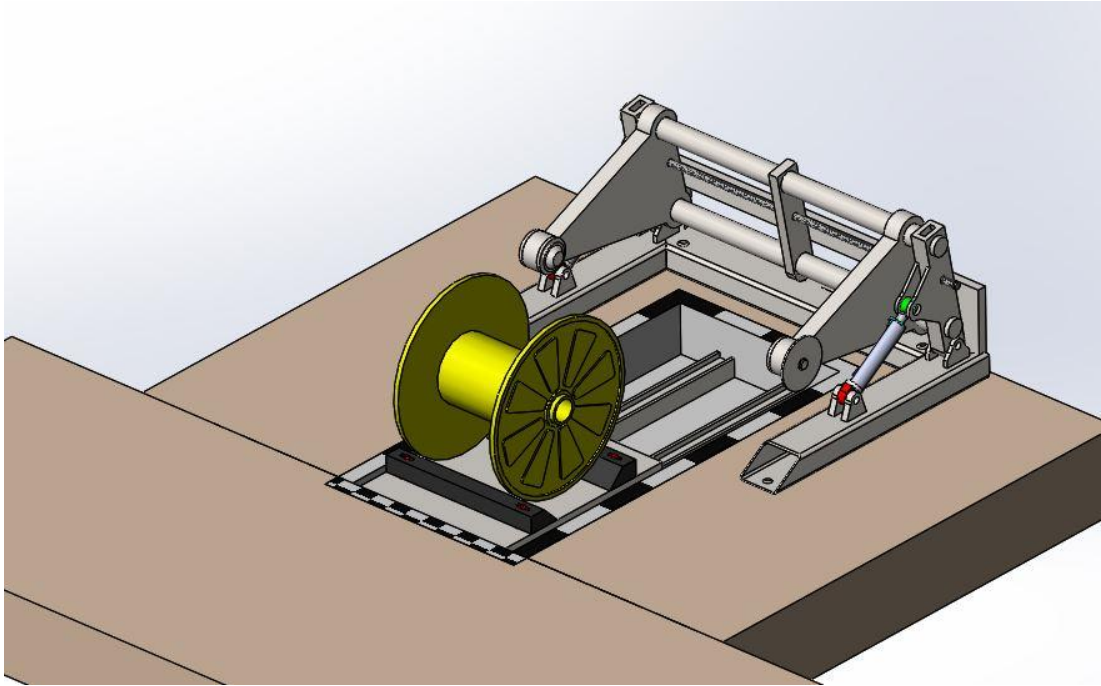
	Ratkaisumalli 1 (kuljetin)	Ratkaisumalli 2 (Apuvälineet)	Ratkaisumalli 3 (Kärky)
Toiminnallisuus	2	2	3
Turvallisuus	2	2	3
Kustannukset	1	3	2

Taulukko 2. Ratkaisuehdostusten vertailutaulukko.

7.1 Ratkaisuehdotus 1

Ratkaisumallissa 1 purkupukkina käytetään puomityyppistä mallia, jonka avulla voidaan toteuttaa kiristys sekä nosto eri kokoisille keloille. Kelan siirto toteutetaan kiinteänä ratkaisuna siirtovaunun avulla, joka olisi upotettuna lattiaan. Kyseinen malli vaati ympäristössä, jonkin verran muutostöitä kuten lattian suhteen. Tämän lisäksi tulee huomioida myös toimilaitteiden viemä tila.

Ratkaisumallin toiminnallisuutta kohteessa voidaan pitää keskinkertaisen hyvänä. Keskeisimpänä etuna on, että kuljettimella saadaan aina siirrettyä kela tuettuna yksinkertaisesti oikealle kohdalleen purkupukille, jolloin ei tarvitse erikseen hakea paikkaa kelan kiristämiseen sen keskiöihin. Tämä yksinkertaistaa käytännön työskentelyä päivittäisessä toiminnassa. Toisaalta mallin haittana on taas toiminnallisuuden kannalta se, että kela täytyy aina joka tapauksessa siirtää tai nostaa kuljettimelle jollain tavalla.



Kuva 17. Ratkaisumalli 1

Lisäksi on hyvä huomioida mahdollisten laiterikkojen ja muiden kuljettimen toimintaan vaikuttavien seikkojen vaikutus vetopenkin toimintaan. Tämä tarkoittaa huonoimmillaan sitä, että laiterikon ilmaantuessa keloja ei saada mitenkään siirrettyä purkupu- kille lattian montun takia, jonka seurauksena tuotanto voi seisahtua vetopenkillä.

Turvallisuutta ajatellen, täytyy mallissa kiinnittää huomiota erityisesti lattiassa ole- vaan monttuun sekä kuljettimeen. Lattiassa olevat reiät ja aukot tulisi huomioida tur- vallisuuksessa selkeästi, esimerkiksi kaiteiden ja selvien merkintöjen avulla. Lisäksi liikkuvan kuljetinkelkan väliin on mahdollista jäädä jotakin ylimääräistä. Kyseistä mallia tarkemmin suunniteltaessa on huomioitava ympäristössä turvallisuuteen vaikut- tavat tekijät ja valita ratkaisut suojaamaan työturvallisuutta laitteiston ympäristössä.

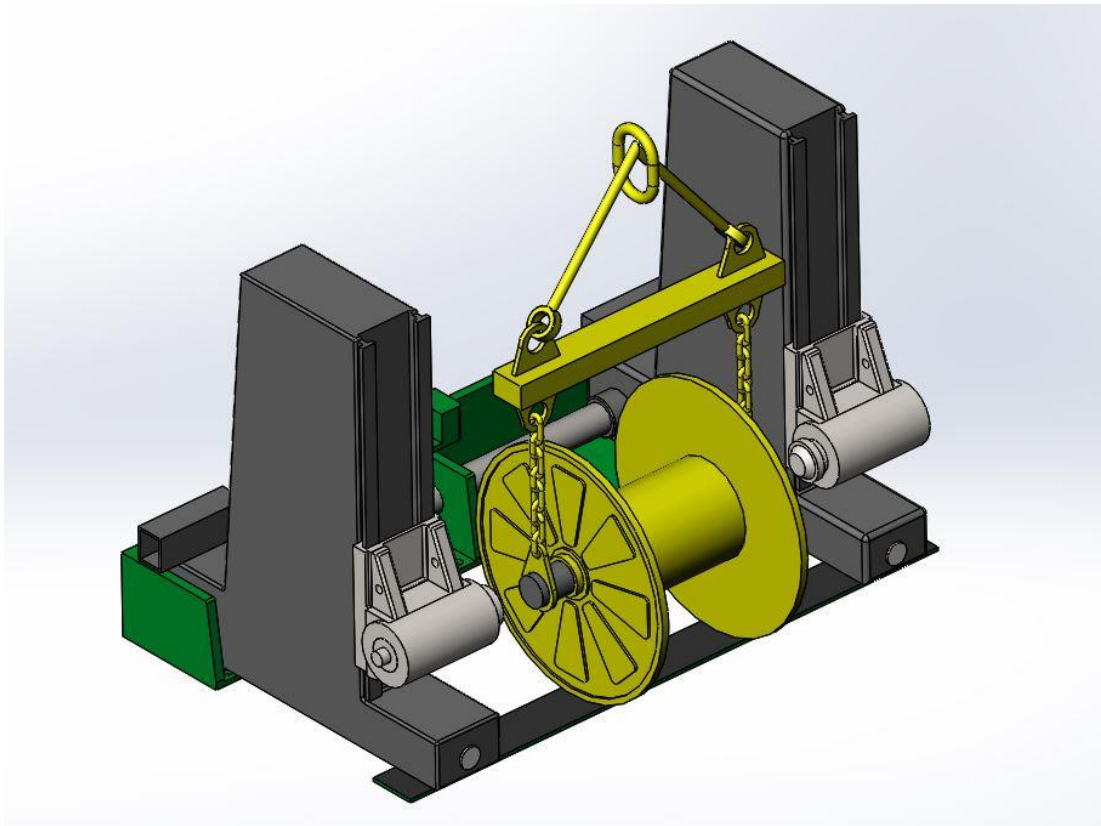
Ratkaisumallin 1 kustannuksia on vaikea arvioida tarkkoina lukuina. Karkeasti voi- daan ajatella, että useammista toimilaitteista koostuva kokonaisuus on kustannuksil- taan melko kallis, esimerkiksi kuljettimesta ja tämän toimilaitteiden kohteeseen suun- nittelu ja soveltaminen lisää kustannuksia entisestään. Tämän lisäksi tulee huomioida huoltokustannukset, ympäristön muutostyöt sekä turvallisuuteen liittyvät kustannukset niin laitteistoissa kuin turvaesteinä.

7.2 Ratkaisuehdotus 2

Ratkaisumallissa 2 käytetään purkupukkina pylväsmallista- tai puomityyppistä pukia. Kelojen siirtoon käytettäisiin irrallisena toteutuksena olevia nosto- sekä siirtoapuvälineitä. Mallissa voitaisiin joko nostaa suoraan kela purkupukille tai siirtää se työntimellä.

Nostoapuvälineellä nostetaan kela kohdilleen pukille, jonka jälkeen siitä poistetaan nostoapuväline. Pylväsmallinen purkupukki helpottaa akselin irrottamista kelasta, koska siinä olevia kiristyskelkkoja voidaan säätää pystysuorassa tasossa, jolloin nostoapuvälineen askelin poistamiselle jää enemmän tilaa. Tämän jälkeen pylväiden sivuttaisliikkeellä voidaan kiristää kela paikoilleen ja nostaa se ylös.

Ratkaisumallissa voidaan myös soveltaa erinomaisesti aikaisemmin esiteltyä voimatyönnintä, jolla kela voidaan työntää paikoilleen kauempaa. Molempien apuvälineiden avulla voitaisiin merkittävästi helpottaa kelojen siirtämistä purkupukille ja näin ollen myös vaikuttaa yleiseen turvallisuuteen työssä. Voimatyönnin on erinomainen apuväline, kun kelaa ei välttämättä nostoapuvälineenä saada hyvin paikoilleen ja tilaa on vähän. Ratkaisumallissa hyvänä yhdistelmänä voitaisiin käyttää sekä nosto- että siirtoapuvälineen muodostamaa kokonaisratkaisua.



Kuva 18. Ratkaisumalli 2

Ratkaisumallin 2 toiminnallisuutta kohteessa voidaan pitää sujuvana. Kelojen siirrossa käytettävät apuvälineet antavat operaattoreille vapautta kelojen siirtämisessä purkupukille. Käyttämällä yhdistetysti apuvälineitä ei tarvitse huolehtia laitteiden rikkoutumista ja tällöin vähentyy myös riski ylimääräisille tuotantokatkoksille. Ratkaisumallissa lattia pysyy vapaana ilman muutoksia, jolloin kelat voidaan sellaisenaan siirtää ja poistaa pukilta. Apuvälineitä voidaan hyödyntää myös muilla vetopenkeillä tai kelojen siirtämisessä tuotantotiloissa.

Negatiivisena puolena on se, että keloja asettaessa olisi hyvä olla pysäyttimet, joilla saadaan kela pysähtymään oikeaan kohtaan kiristystä varten. Kelan asemointia varten voisi olla toteutuksessa kiinteänä olevat säädettävät tai irralliset pysäyttimet, joita vasten kelat voidaan apuvälineillä joko laskea tai työntää juuri oikeaan kohtaan.

Turvallisuus on hyvä kyseisessä toteutuksessa, kun apuvälineitä käytetään oikein ja tarkoituksenmukaisesti. Tällöin merkittävässä roolissa on työntekijän rooli ja osaaminen kelojen siirroissa, ja siihen liittyvässä työturvallisuudessa.

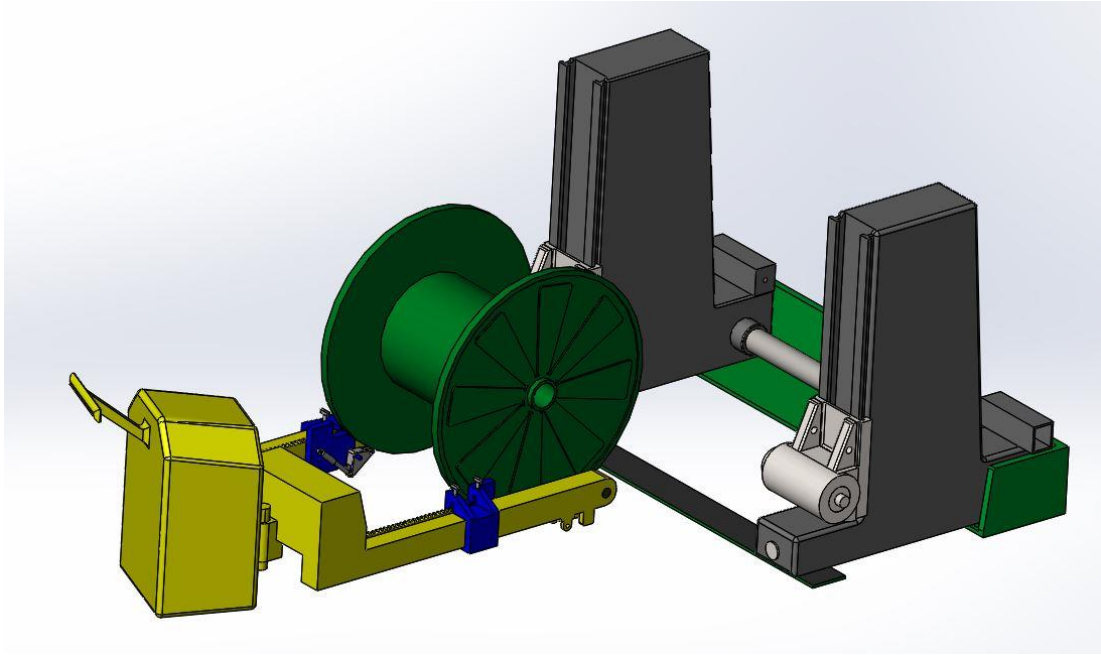
Kustannukset mallissa muodostuisivat lähinnä purkupukista ja siihen liittyvästä suunnittelusta sekä nostoapuvälineistä. Karkeasti arvioituna voidaan sanoa, että kyseinen saattaa olla halvin, sekä yksinkertaisin malli esitetyistä ratkaisuehdotuksista.

7.3 Ratkaisuehdotus 3

Ratkaisumallissa 3 voidaan käyttää molempia pylväsmallista tai puomimallista purkupukia. Kelojen siirto tapahtuu hydraulisen karryn avulla, jolla voidaan hakea erikoisia keloja halutusta paikasta ja siirtää purkupukille. Purkupukin suunnittelussa ja hankinnassa tulee huomata siirtokarryn vaatima tila.

Karryn etuina toiminnallisuudessa on sen liikkuvuus ja käytettävyys erikokoisilla keloilla. Erityisesti nosto- ja siirtokarryn avulla voidaan nopeuttaa kelojen siirtämistä yhtenä tuotannon vaiheena. Työntekijän on helppo käsitellä karryä hydraulisen työntimen avulla ja ohjata oikeaan kohteeseen purkupukille. Lisäksi karrä on myös monikäyttöinen muilla tuotantopisteillä, joissa keloja täytyy siirtää ja on näin ollen hyödynnettävissä laajemmin tuotantotiloissa. Karryn toiminnallisuuden keskeisimpinä etuina on sen hyödynnettävyys myös muilla kelojen käsittelypisteillä ja ajallinen säästö tuotannossa.

Karryjen käyttö vaatii tilaa kuljettamista varten ympäristössä ja keloille pitäisi myös olla riittävän tilavat säilytyspaikat, jotta niihin päästään karryn avulla käsiksi. Tuotantotiloissa tulisi olla selkeät säilytyspaikat keloille, josta niitä voidaan hakea karryn avulla. Tuotantotilojen järjestelyllä ja karryille soveltuvien säilytyspaikkojen avulla saadaan toimiva siirtoratkaisu keloille, jota voidaan hyödyntää myös laajemmin tuotannossa. Lisäksi karryjen säilytys vaatii oman tilansa, jossa niitä voidaan säilyttää ja ladata tuotantotiloissa sinä aikana, kun niitä ei käytetä.



Kuva 19. Ratkaisumalli 3

Turvallisuus on parhaimmalla tasolla kyseisessä mallissa verrattuna muihin ratkaisuehdotuksiin. Kärryn käsittely on turvallista, koska siinä kela saadaan nostettu paikolleen siihen ja siirrettyä suoraan purkupukille ilman ylimääräisiä välivaiheita. Kärry on tukeva ja yksinkertainen ratkaisu siirtää keloja, jonka myötä myös ylimääräisiä aikaa vieviä nostoja siltanostureilla saadaan karsittua.

Kustannuksiltaan kyseinen ratkaisuehdotus on karkeasti arvioituna kallis laitteistonsa puolesta. Tarkkoja arvioita on haastava kertoa, mutta kustannukset koostuvat purkupukista, kärrystä sekä niiden huoltokustannuksista. Hydraulikalla toimivat kärryt sisältävät toimilaitteita, jotka nostavat kyseisten kärryjen hintaa. Lisäksi tulee huomioida kärryjen tekniikan vaatimat huoltokustannukset esimerkiksi hydraulilaitteistojen osalta.

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

8.1 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan sanoa, että ehdotetuista ratkaisuksista muodostui kaksi osaisia, joissa on useimmiten erikseen valittavissa purkupukkimalli sekä tapa, jonka avulla siirtää kelat purkupukille. Purkupukkien perusidea ominaisuuksiltaan toistuu periaatteessa kaikissa purkupukkimalleissa. Vaadittuja ominaisuuksia olivat nosto-, kiristys- sekä jarruominaisuus purkupukille. Näiden ominaisuuksien toteutukseen on erilaisia tapoja, joilla kaikilla on omat etunsa ja ongelmansa. Eri purkupukki malleja voidaan soveltaa ratkaisuisa kelojen kuljetusvaihtoehtojen puitteissa. Purkupukin on siis sovelluttava kelan siirtoratkaisuun. Purkupukkeja valmistetaan monen yhtiön taholta räätälöityinä ratkaisuin, jolloin ne saadaan soveltumaan tuotannon tarpeisiin.

Lopputuloksena työssä muodostui kolme eri tyyppistä ratkaisuehdotusta, joilla kaikilla on omat etunsa ja ongelmansa. Henkilökohtaiseksi suosikki ratkaisuksi muodostui malli, jossa käytetään hydraulista kärryä kelojen siirtoon. Hydraulisen kärryjen muodostamat edut, verrattuna sen kustannuksiin ovat mielestäni suuremmat. Kärryjen käytöllä voidaan nopeuttaa tuotantoa sekä yksinkertaistaa kelojen siirtoa, kunhan tuotantotiloissa huomioidaan tämä riittävän tilavalla kelojen säilytyspaikalla ja käytävien kuljetustilalla kärryjä varten. Kärryjen tuoma etu on myös ehdottomasti niiden turvallisuus. Kärryjen avulla teräskelojen nostot vähenevät ja siirrot ovat tällöin myös turvallisempia. Kokonaisuutena kärryjen toiminnallisuus ja turvallisuus nousi muiden ratkaisuehdotusten ohi. Kärryjen lisäksi olisi myös hyvä olla keloille oma nostoapuväline mahdollisia häiriötilanteita varten, jossa kärryt eivät ole käytettävissä. Kärry malli voisi soveltua mahdollisesti tuotannossa myös muilla pisteillä kelojen siirtovälineeksi.

Jatkoa ajatellen, olisi hyvä esimerkiksi valita kaksi mahdollista esitettyä konseptiratkaisuehdotusta, joiden kustannuksia selvitettäisiin tarkemmin, jotta voitaisiin suorittaa niiden vertailua. Tämän jälkeen voitaisiin valita haluttu ratkaisuehdotus, jota lähdetään toteuttamaan.

8.2 Pohdinta

Työssä oli tavoitteena selvittää erilaisia ratkaisumalleja korvaamaan nykyinen purkupukki sekä löytämään ratkaisuja teräskelojen siirtämiseksi. Tavoitteena oli raportissa esittää erityyppisiä ratkaisuehdotuksia, sekä arvioida niiden soveltuvuutta kohteeseen. Työn edetessä muodostui käsitys vaatimuksista, joita tulisi sisältyä modernisoituun purkupukkiin ja siirtovälineisiin. Konseptisuunnittelussa pyrittiin löytämään ratkaisuja, jotka soveltuisivat kohdealueen ympäristöön ja sen tilan vaatimuksiin. Tämän lisäksi ratkaisuissa haettiin yksinkertaisuutta.

Suunnittelussa tuli ilmi asioita, jotka rajoittivat tiettyjen ratkaisumallien käyttöä. Ympäristön ahtaiden tilojen myötä huomattiin, että siihen ei sovellu runsaasti tilaa vievät ratkaisumallit purkupukkien sekä kelojen siirtoratkaisuissa. Työ oli haastava kohde, joka vaati paljon selvitystä erilaisten mallien esittämistä ja arvioimista varten.

Työssä selvitettiin kolme erityyppistä karkeasti arvioitua ratkaisuehdotusta, joiden pohjalta toimeksiantaja saa kuvan erityyppisistä vaihtoehdoista ja voi näiden pohjalta lähteä lisäselvittämään ja toteuttamaan kohteen modernisointia.

8.3 Kiitokset

Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat olleet tukena ja jakaneet mielipiteitä opinnäytetyön aikana. Erityiskiitos Luvatan henkilökunnalle mielipiteistä ja ideoista, sekä aluevas-
taava Mika Harjulle, jolta opinnäytetyön aihe tuli.

LÄHTEET

Abraham, N. 2016. Medical Design & outsourcing. What are ball screws? Viitattu 4.4.2018. <http://www.medicaldesignandoutsourcing.com/what-are-ball-screws/>

Anaheim Automation www-sivut. 2018. Manuals, Linear Actuator Guide. Viitattu 4.4.2018. <http://www.anaheimautomation.com/manuals/forms/linear-actuator-guide.php#sthash.dLxoWbWk.Vq15zgcx.dpbs>

Helix Linear www-sivut. The Engineer's guide: lead screws vs. ball screws. Viitattu 4.4.2018 <http://cdn2.hubspot.net/hub/214143/file-21288098-pdf>

Kauranen, H. Kajaste, J. & Vilenius, M. L. 2008. Hydraulitekniikka. Helsinki: WSOY

Kelston www-sivut. Electromechanical vs. Hydraulic. Viitattu 4.4.2018. <https://www.kelstonactuation.com/knowledge/electromechanical-vs-hydraulics>

Luvatan www-sivut. 2018. Viitattu 20.2.2018. <http://www.mmluvata.com>

Lepola, P. & Makkonen, M. 2009. Materiaalit ja niiden käyttö. Helsinki: WSOYpro Oy.

Movetec www-sivut. 2018. Tuotekatalogi & opas. Lineaaritekniikka. Viitattu 4.4.2018. <http://www.movetec.fi/images/pdf/lineaaritekniikka2.pdf>

Meltech www-sivut. 2016. Viitattu 18.4.2018. <http://www.themeltechcompany.co.uk>

Powerjacks www-sivut. 2017. How a lead-screw works. Viitattu 4.4.2018, <http://www.powerjacks.com/about-us/how-a-lead-screw-works>

Power handling www-sivut. 2017. Viitattu 5.4.2018. <http://powerhandling.com>

Techpen www-sivut. 2018. Biomechanics & Linear motion. Viitattu 4.4.2018. <http://www.teachpe.com/biomechanics/linear-motion/>

Kuva 1. Glad, T. 2017. Luvata vaihtaa omistajaa: Pääkonttori siirtyy Lontoosta Poriin — "pitkäjänteisyyttä bisnekseen". Satakunnan kansa. Viitattu 16.3.2018. <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/luvata-vaihtaa-omistajaa-paakonttori-siir-tyy-lontoosta-poriin-pitkajanteisyytta-bisnekseen-200138035>